

**БОЛЕЕ ДЕШЕВЫЕ ИОНООБМЕННЫЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
НА ОСНОВЕ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Усманов Р. Т.

Научные руководитель: Лебедева О. В., доцент, к.х.н.
Иркутский национальный исследовательский технический университет
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 85
E-mail: ursa_55@mail.ru

**MORE CHEAP ION-EXCHANGE MEMBRANES FOR FUEL CELLS BASED
ON ORGANO-INORGANIC COMPOSITE SYSTEMS**

Usmanov R. T.

Scientific Supervisor: Ph.D. Lebedeva O. V.
Irkutsk National Research Technical University
Russia, Irkutsk, Lermontov str.,83, 664074
E-mail: ursa_55@mail.ru

В данной научно-исследовательской работе исследованы методы синтеза ключевой и наиболее дорогой части топливного элемента, протонообменной мембраны. Также в работе были изучены основные физико-химические свойства полученных ионообменных мембран и сопоставление этих свойств с коммерческими аналогами.

In this research work, the methods of synthesis of the key and most expensive part of a fuel cell, a proton exchange membrane, are studied. Also, the basic physicochemical properties of the obtained ion-exchange membranes and the comparison of these properties with commercial analogues were studied.

Наряду с бурно развивающейся отраслью полимерных и композиционных материалов, крепко устоявшихся в нашем быту, и назревающих энергетических и экологических проблем возникла идея синтеза новых протонообменных мембран на основе гибридных материалов.

Так как топливные элементы активно используются в авиа-космической технологии, существенное снижение стоимости топливных элементов, за счет создания более дешевой протонообменной мембраны.

Полимерные композиты, сформированные в результате совмещения различных компонентов с совершенно разной химической природой, представляют собой класс новых композиционных материалов с улучшенными характеристиками, по сравнению с мономерами. Формировались мембраны в подавляющем большинстве опытов, на основе золь-гель процесса с участием различных низко- и высокомолекулярных органических соединений.

Поэтому актуальной задачей наших научных исследований является создание новых протонообменных мембран, которые были бы значительно дешевле их коммерческих аналогов [2,3]. Протонная проводимость обеспечивается наличием в структуре мономера электроно-донорных групп. Предположительно экономически выгодно функционализировать мономеры сульфогруппами, т.к. процесс сульфирования наиболее распространен и доступен в промышленности и лабораториях. Функционализация сульфогруппами осуществлялось сульфированием сополимеров аллилглицидилового эфира (АГЭ) и стирола (Ст) (рисунок 1):

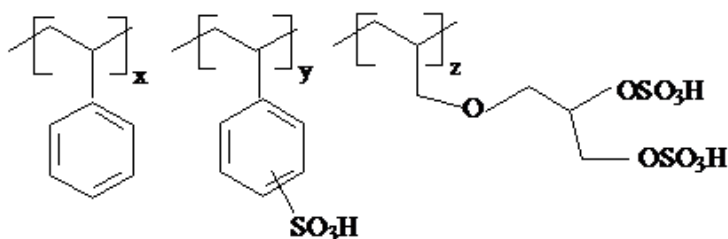


Рис. 1. Соплимеры функционализированные сульфогруппами

Далее сополимеры растворяли в водно-спиртовой среде до получения дисперсной системы с размером частиц 10^{-2} - 10^{-3} нанометров, то есть золя.

В качестве прекурсора было решено использовать тетраэтоксисилан (ТЭОС) для достижения инертности конечных композитов к воздействию водяных паров в процессе эксплуатации топливного элемента. При добавлении прекурсора в водно-спиртовой раствор сополимеров протекал процесс гидролитической поликонденсации с образованием геля (рисунок 2).

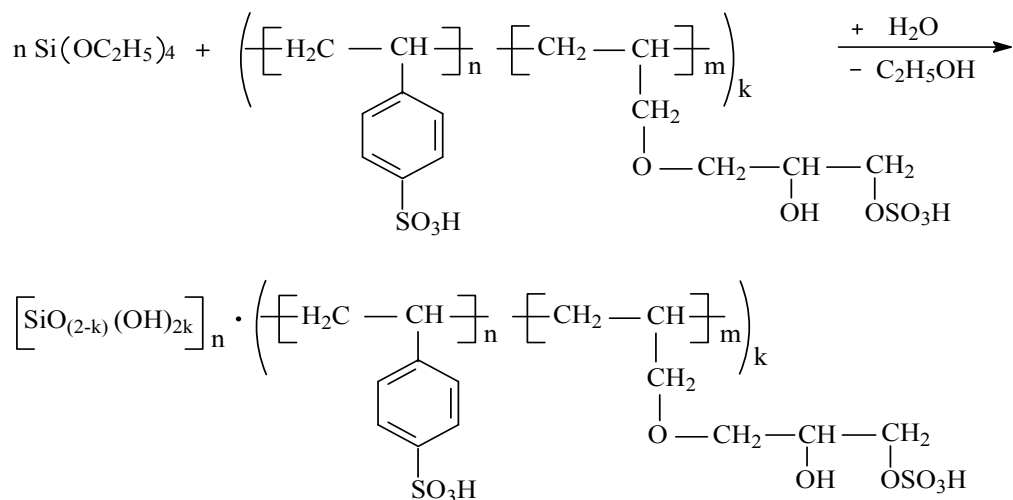


Рис. 2. Процесс гидролитической поликонденсации

Гель оставляли на сутки для окончательной гелизации при стандартных условиях. С целью окончательного формирования мембран проводилась сшивка при оптимальных температурах.

Исследовалась протонная проводимость методом импедансной спектроскопии с влажностью в 100% с повышением температуры. Протонная проводимость была выше в сравнении с коммерческими аналогами.

Также различными аналитическими методами были определены, такие физико-химические показатели как - удельная электропроводность, ионообменная емкость, энергия активации протонного переноса, термическая устойчивость, механическая прочность, и их значения были сопоставимы с коммерческими аналогами.

Таблица 1. Основные Электро-химические показатели мембран

Параметр		Мембрана на основе сульфированных АГЭ и Ст
		Значения параметров
Ионообменная емкость мг*экв/г		2,7
Протонная проводимость в зависимости от температуры σ , См/см· 10^{-2}	T=303 K	0,032
	T=318 K	0,041
	T=338 K	0,075
	T=353 K	0,1
Энергия активации E_A , КДж/моль		21,7±0,8

Морфология синтезированных структур и их состав изучались на основании данных элементного анализа, ЯМР, ИК спектроскопии, а также реакционной способности используемых мономеров в процессах радикальной сополимеризации.

Синтезированные нами композиты обладают свойствами протонообменных материалов и не уступают по показаниям протонной проводимости коммерческим аналогам. При этом предполагаемая стоимость таких мембран значительно ниже ныне используемых, что указывает на перспективность и актуальность научной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lebedeva O.V., Pozhidaev Yu.N., Shaglaeva N.S., Pozdnyakov A.S., Bochkareva S.S. Polyelectrolytes Based on Nitrogenous Bases // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2010. V. 44. №. 5. P. 786–790.
2. Лебедева О.В., Чеснокова А.Н., Бадлуева Т.В., Сипкина Е.И., Ржечицкий А.Э., Пожидаев Ю.Н. Гибридные ионообменные мембраны на основе гетероароматических производных сульфокислот // *Мембраны и мембранные технологии*. 2015. Т 5. № 2. с. 87–93.
3. Лебедева О.В., Сипкина Е.И., Пожидаев Ю.Н. Гибридные мембраны на основе диоксида кремния и сополимеров 2-гидроксиэтилметакрилата с 4-винилпиридином // *Мембраны и мембранные технологии*. 2016. Т. 6. № 2. С. 138-143.
4. Lebedeva O.V., Pozhidaev Yu.N., Sipkina E.I., Chesnorova A.N., Ivanov N.A. Copolymer and proton conduction films based on N-Vinylpyrazole // *Advanced Materials Research*. 2013. V. 749. P. 71-76.
5. Pozhidaev Yu.N., Lebedeva O.V., Bochkareva S.S., Sipkina E.I. Hybrid composites from silicon materials and nitrogenous heterocyclic polybases // *Advanced Science Letters*. 2013. V. 19. № 1. P. 309-312.
6. Wang Y., Peng J., Li J., Zhai M. PVDF based ion exchange membrane prepared by radiation grafting of ethylstyrenesulfonate and sequent hydrolysis // *Radiation Physics and Chemistry* 130, 2017, 252–258.
7. Kallio T., Lundström M., Sundholm G. e.a. Electrochemical characterization of radiation-grafted ion-exchange membranes based on different matrix polymers // *J. Appl. Electrochem*. 2002, V. 32. p. 11.
8. Раскулова Т.В., Волкова Л.И., Салауров В.Н., Раскулов Р.М., Халиуллин А.К. Свойства сополимеров винилхлорида, винилглицидилового эфира этиленгликоля и бутилвинилового эфира // *Журнал прикладной химии*. 1998 Т. 71. № 7. С. 1184 –1188.